



PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN KOMBINASI ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR DAN FILTRASI SERAT LIGNOSELULOSA UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI BIOHIDROGEN DAN BIOMETANA

Oleh:

- Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M.T. (Ketua Tim)
- Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si. (Anggota)
- Dr. Dra. Nisa Rachmania Mubarik, M.Si. (Anggota)
- Joana Febrita, S.T., M.T. (Anggota)



IPB University
— Bogor Indonesia —

LATAR BELAKANG

LCKS = limbah cair kelapa sawit

TKKS = tandan kosong kelapa sawit (serat lignoselulosa)



LCKS berkontribusi 50%
dari total limbah

Konsentrasi organik tinggi

Melebihi baku mutu Permen LHK No.5 2014

Pengolahan LCKS diperlukan



TKKS (sebagai serat
lignoselulosa) berkontribusi 23%
dari total limbah

Umumnya hanya dibakar yang
menyebabkan kerusakan
lingkungan dan penurunan kemampuan
tanah dalam menyerap air

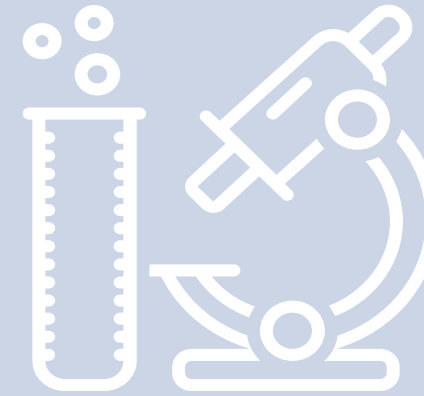
Urgensi: Pemanfaatan TKKS dan pengolahan LCKS yang tepat akan
mereduksi sekitar **73%** dari total limbah industri kelapa sawit untuk menghasilkan
energi terbarukan



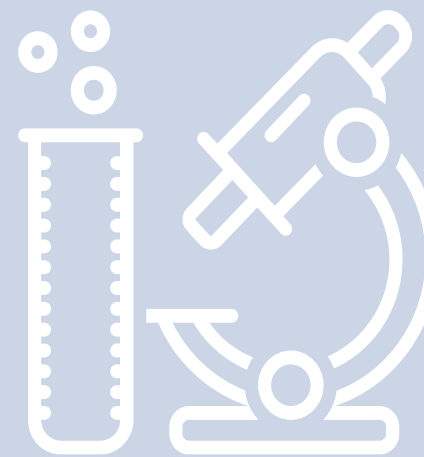
TUJUAN PROJECT



Rancang bangun reaktor sistem hibrid modifikasi rotating biological contactor (RBC) anaerobik dan filtrasi serat TKKS

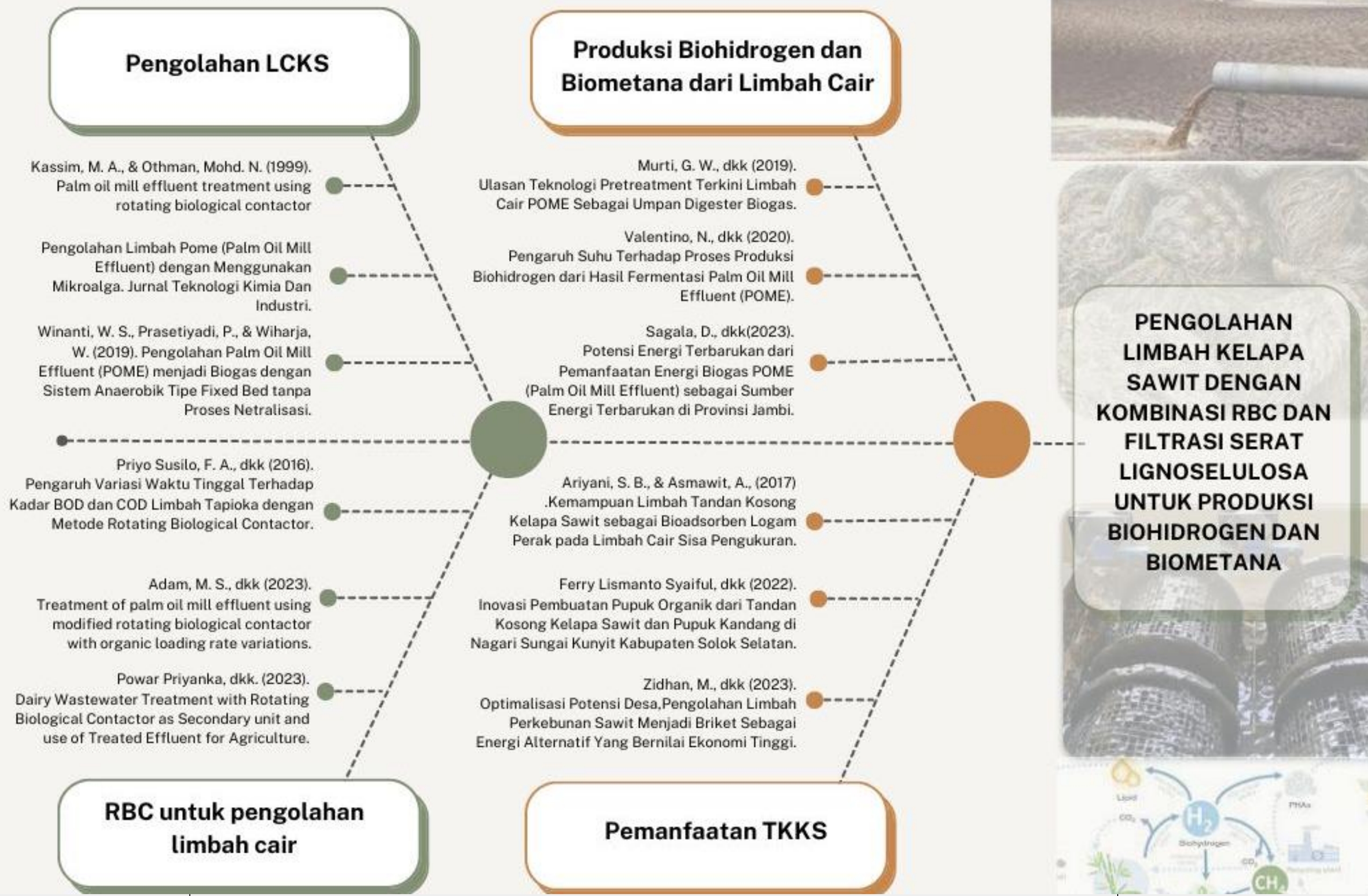


Menentukan nilai efisiensi substansi organik, serta produksi biohidrogen dan biometana pengolahan unit RBC dan filtrasi serat TKKS



Menganalisis pengaruh waktu detensi RBC terhadap kinerja pengolahan LCKS

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



BIG PICTURE RISET/PROJECT

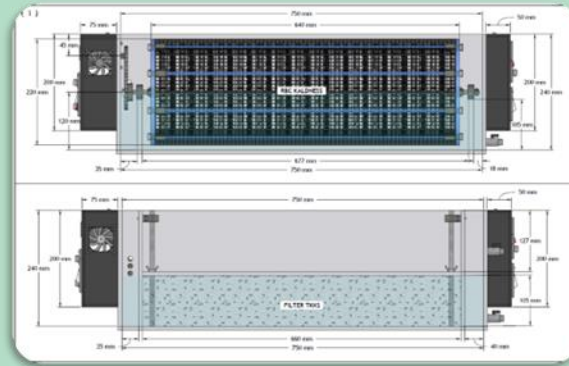
2023



Topik:
RBC untuk Pengolahan
LCKS

Output:
Peningkatan efisiensi substansi
organik LCKS

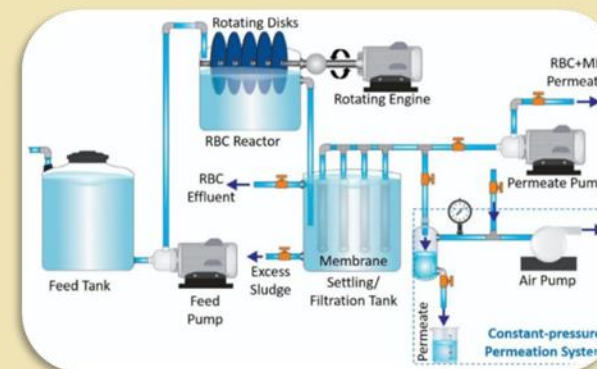
2023-2024



Topik:
RBC dan Filtrasi Serat Lignoselulosa
Pengolahan LCKS

Output:
Peningkatan efisiensi substansi
organik LCKS akibat penambahan
surface area pertumbuhan
mikroorganisme oleh media TKKS

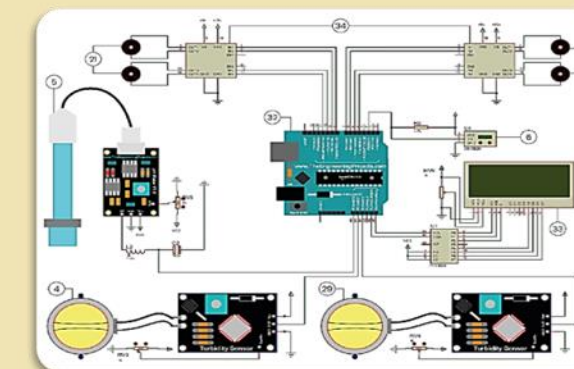
2024-2025



Topik:
Unit Anaerobik RBC Dua Tahap dan
Filtrasi TKKS untuk Pengolahan
Limbah Cair Kelapa Sawit

Output:
Produksi biohidrogen dan biometana
dari pengolahan LCKS

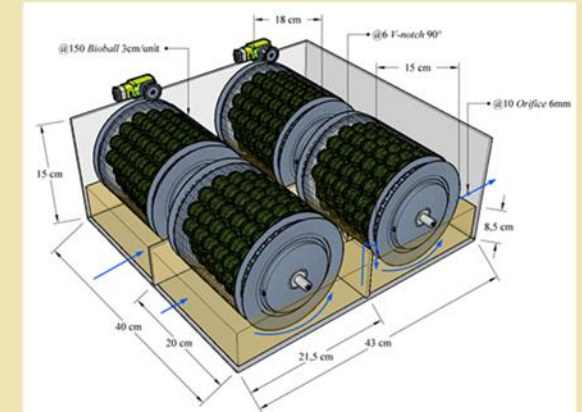
2025-2026



Topik:
Pengembangan Model Biokinetika
Pengolahan LCKS dan integrasi
berbasis IoT

Output:
Model pengembangan implementasi
skala lapangan dengan integrasi IoT

2026-2027



Topik:
Implementasi skala lapangan

Output:
Modifikasi unit LCKS skala lapangan
dengan integrasi IoT

Uji skala lapangan di BGA
Output: bioenergi (H_2 dan CH_4)

GANTT CHART PELAKSANAAN (1)



Rotating Biological Contactor (RBC)
pengolahan biologis *attached growth*

Kelebihan: (Mohammad et al. 2021)

Efektif terhadap pengolahan kandungan organik

Biaya operasi yang lebih murah

Luas Permukaan Spesifik Media



Disk
150 m²/m³

5,3x



Kaldness
800 m²/m³

(Said 2017) & (Dan dan Luu 2021)

Kekurangan: (Waqas et al. 2021)

Bidang kontak biomassa terbatas

Efisiensi pengolahan dan oksigen terlarut rendah



RBC

+

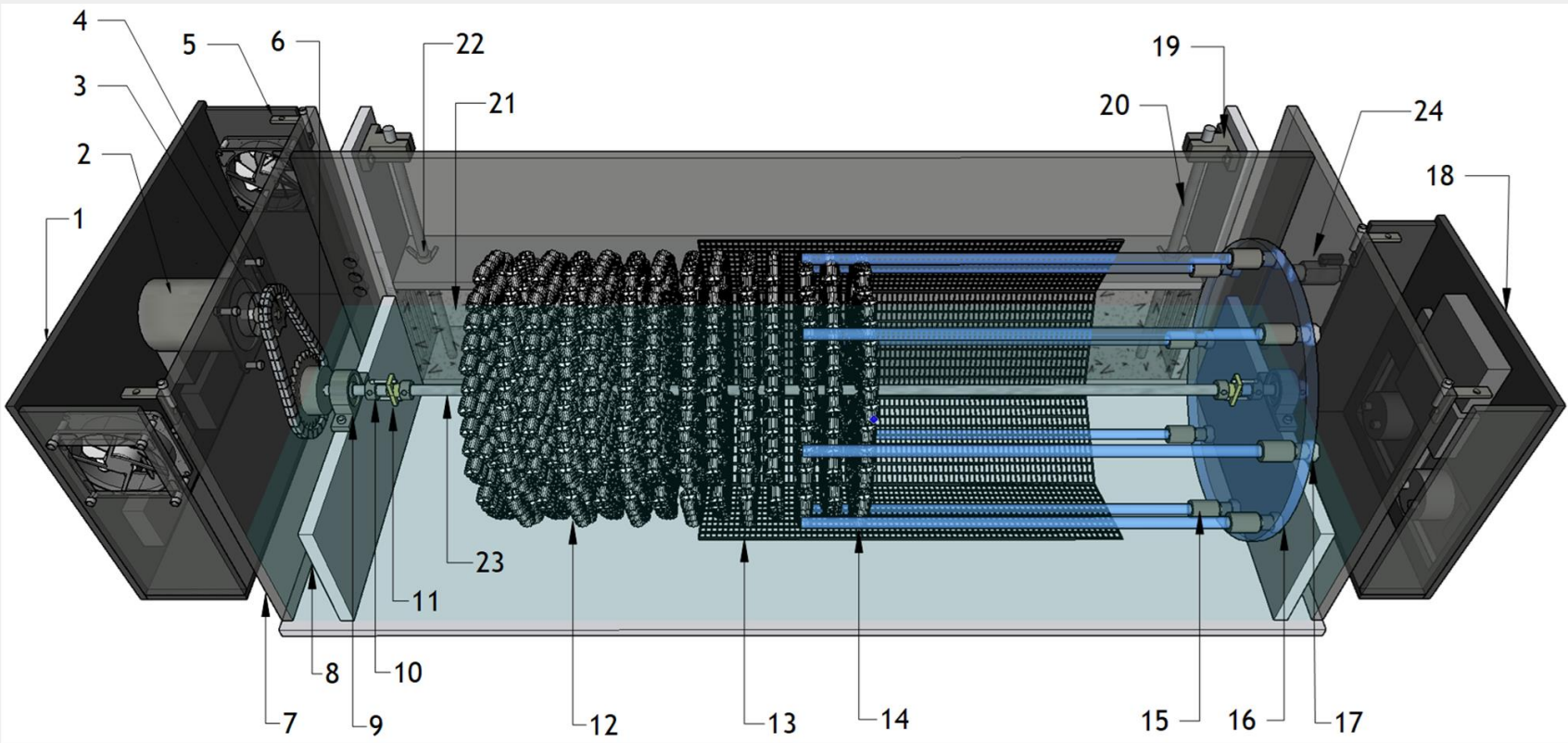


TKKS

= SISTEM HIBRID

(Peningkatan efisiensi pengolahan serta
mereduksi konsentrasi kontaminan dengan
parameter yang lebih komprehensif)

Bentuk sistem hibrid RBC dan TKKS
untuk LCKS:



Gambar Rancangan Prototipe Reaktor

- | | | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| 1. Elektronika motor | 5. Angle bracket | 9. Bearing pillow | 13. Jaring HDPE | 17. Mur flange | 21. Filter TKKS |
| 2. Motor 60KTYZ | 6. Gear besar 28T | 10. Lock collar | 14. Akrilik batang | 18. Elektronika pompa | 22. Mur kupu |
| 3. Rantai mini GP | 7. Akrilik 8mm | 11. T nut | 15. Arbor konektor | 19. As support | 23. Leadscrew |
| 4. Gear kecil 7T | 8. Akrilik 10mm | 12. Kaldness K1 plus | 16. Akrilik lingkaran | 20. As drat | 24. Vakve |

Terdiri atas dua reaktor. **Reaktor 1 (acidogenesis reactor)** untuk produksi biohydrogen dan dilanjutkan **reaktor 2 (methanogenesis reactor)** untuk produksi biometana.

GANTT CHART PELAKSANAAN (2)

1

Pembuatan Prototipe Alat

Volume Unit RBC Kaldness

40% = 17,3 L

50% = 21,4 L

60% = 25,9 L

Volume Unit Filter TKKS

Minimal = 0,45 L

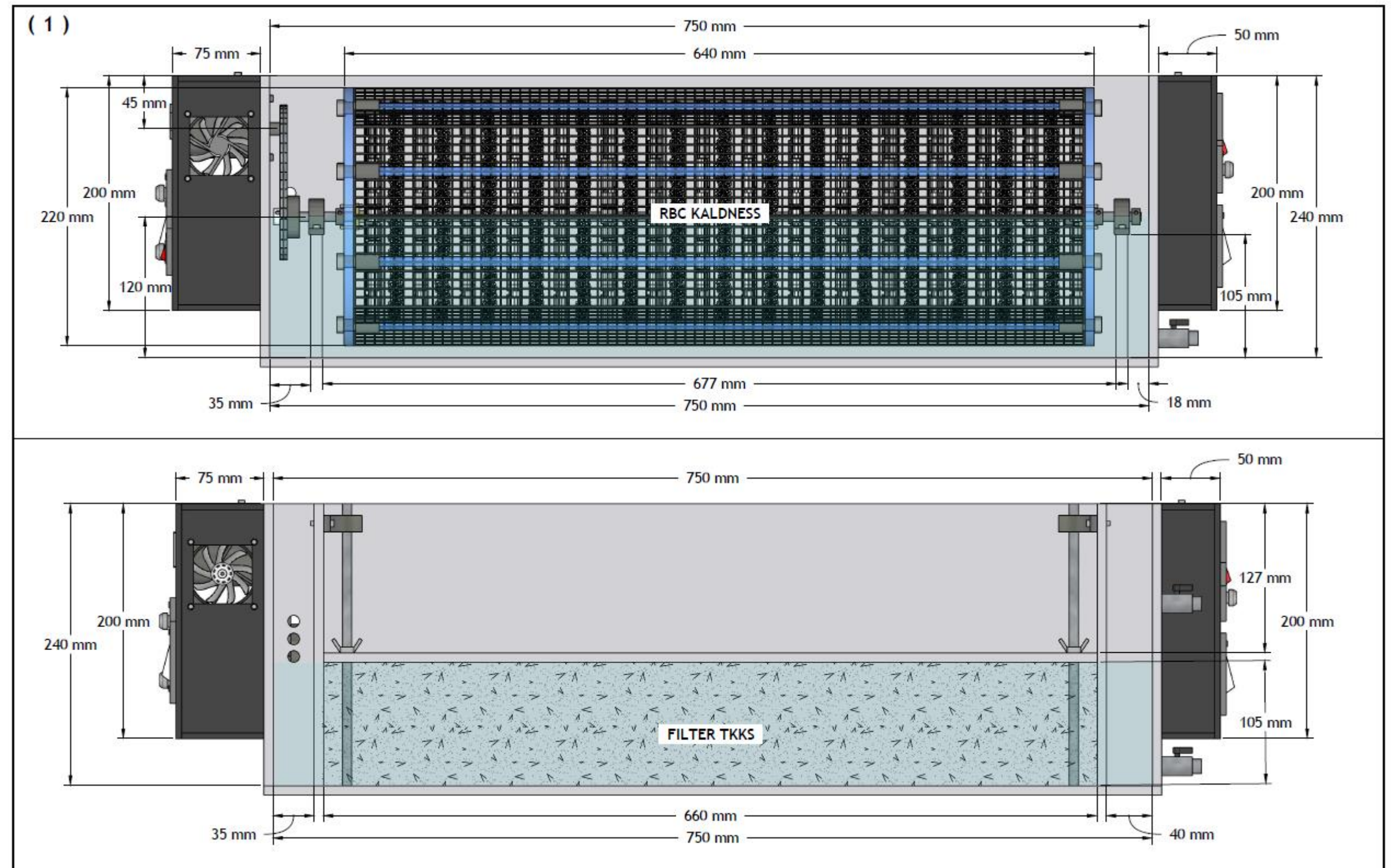
Maksimal = 4,7 L

Jumlah Kaldness

= 31000 buah (19,5 m²)

Karakteristik TKKS

- Spikelet + stalk (utuh)
- Pencucian fluida dinamis
- Metode milling



Gambar Tampak depan & Tampak belakang

GANTT CHART PELAKSANAAN (3)

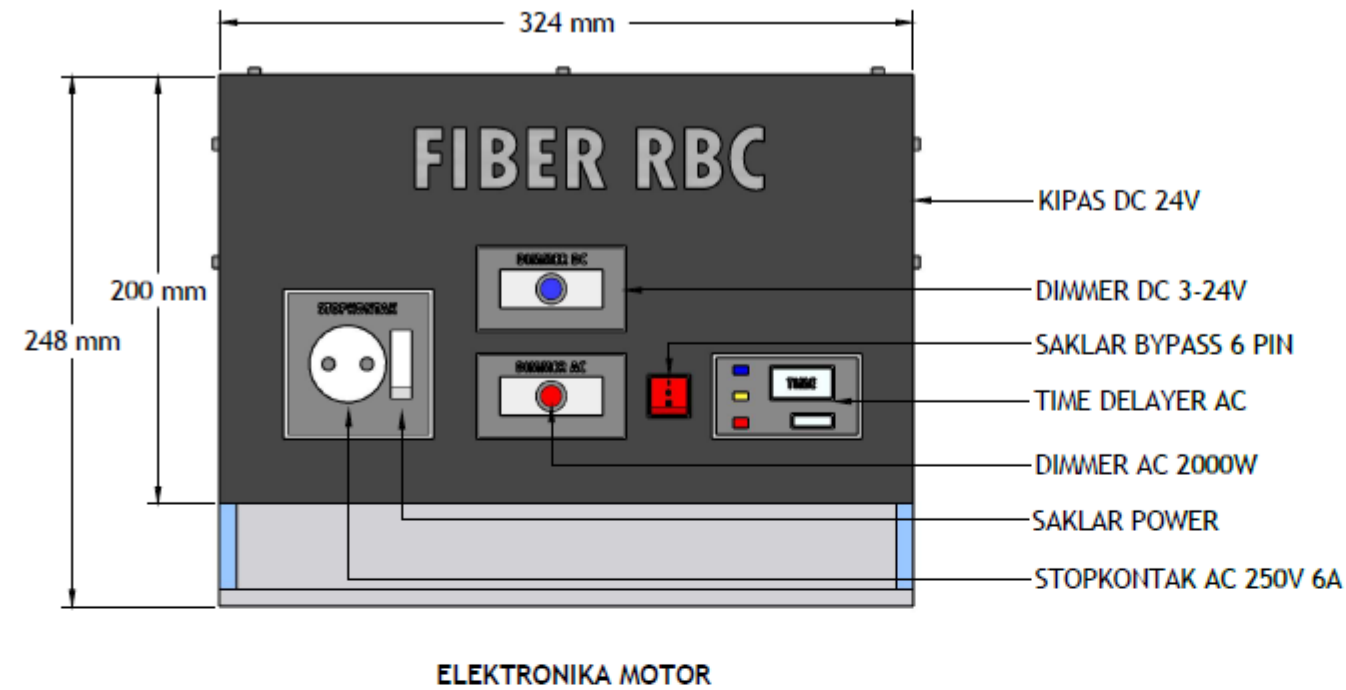
1

Pembuatan Prototipe Alat

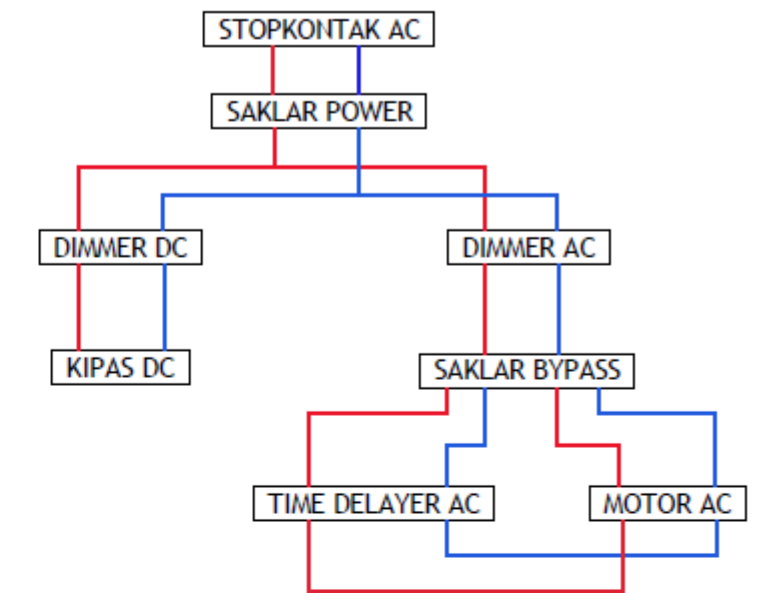
Fitur Reaktor =

- Kecepatan rotasi bisa dikendalikan
- Debit reaktor bisa dikendalikan
- Waktu detensi bisa dikendalikan
- Tinggi perendaman RBC bisa diatur
- Gramasi atau porositas filter TKKS bisa diatur

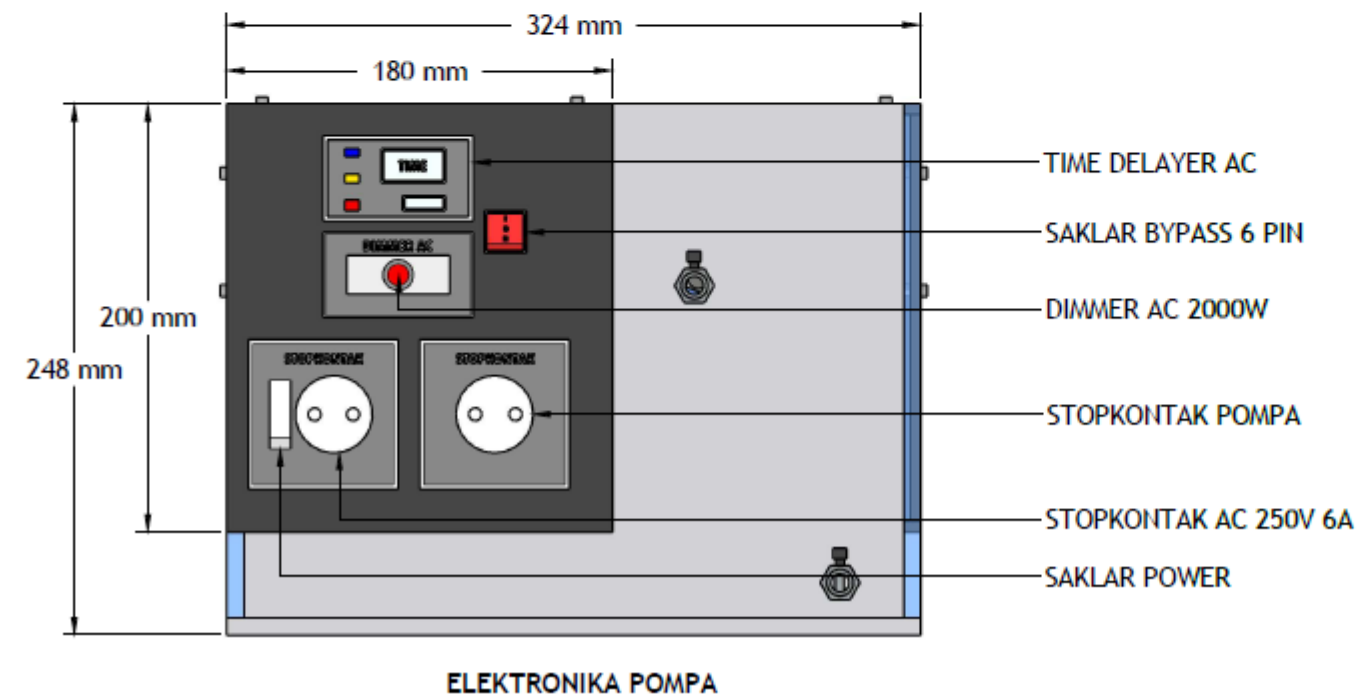
(1)



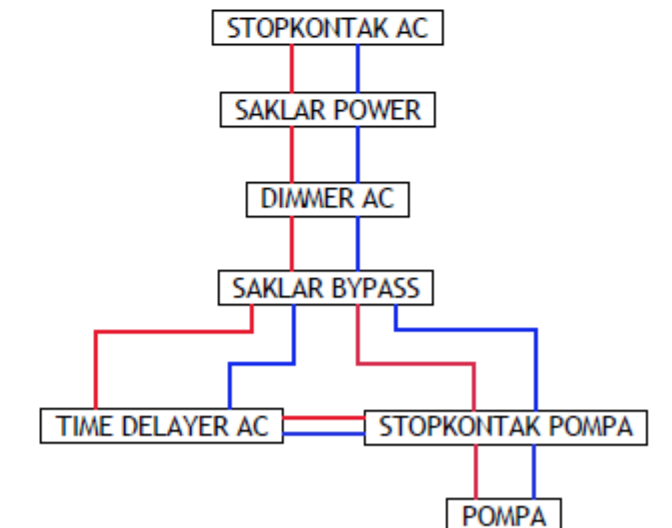
RANGKAIAN ELEKTRONIKA MOTOR



(2)



RANGKAIAN ELEKTRONIKA POMPA



Gambar Tampak kanan & Tampak kiri

GANTT CHART PELAKSANAAN (4)

2

Seeding dan Aklimatisasi



Seeding



7 Hari

- Pengembangbiakan mikroorganisme
- Seeding secara alami dengan pemberian glukosa sesuai rasio food/mikroorganisme sebesar 0,4
- Lapisan biofilm pada bioball akan terbentuk

Aklimatisasi



28 Hari

- Pengadaptasian mikroorganisme terhadap LCKS.
- Pengadaptasian dilakukan dengan cara mengganti glukosa secara perlahan hingga glukosa telah 100% tergantikan dengan limbah LCKS dan efisiensi penurunan COD yang cukup tinggi dan stabil.

3

Uji kinerja dan variasi

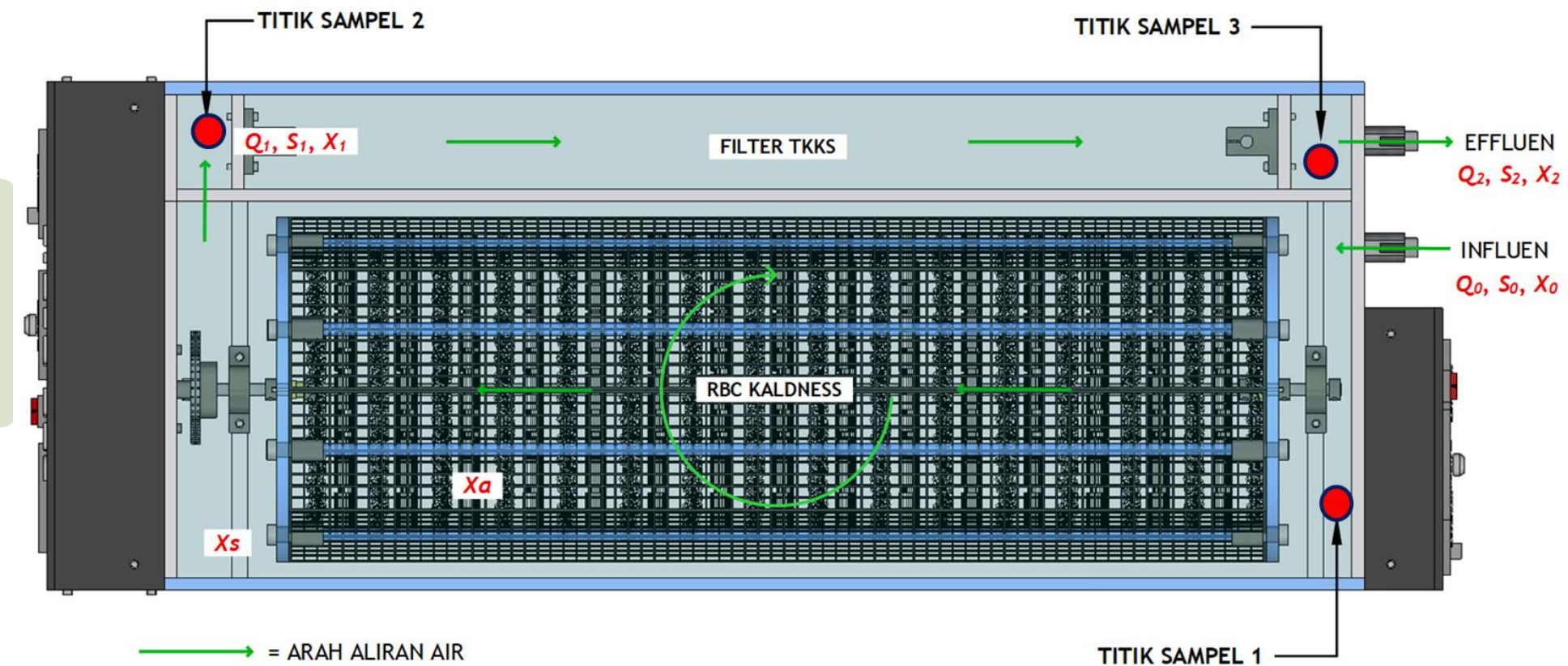
Parameter pengujian :

- *Soluble Chemical Oxygen Demand* (SCOD)
- *Total Suspended Solid* (TSS)
- Minyak & Lemak
- pH

Variabel kontrol dalam pengujian:

- Suhu, dalam rentang 17-25° C
- OLR, rentang 20 – 30 gSCOD/L
- Kecepatan rotasi, 3 rpm

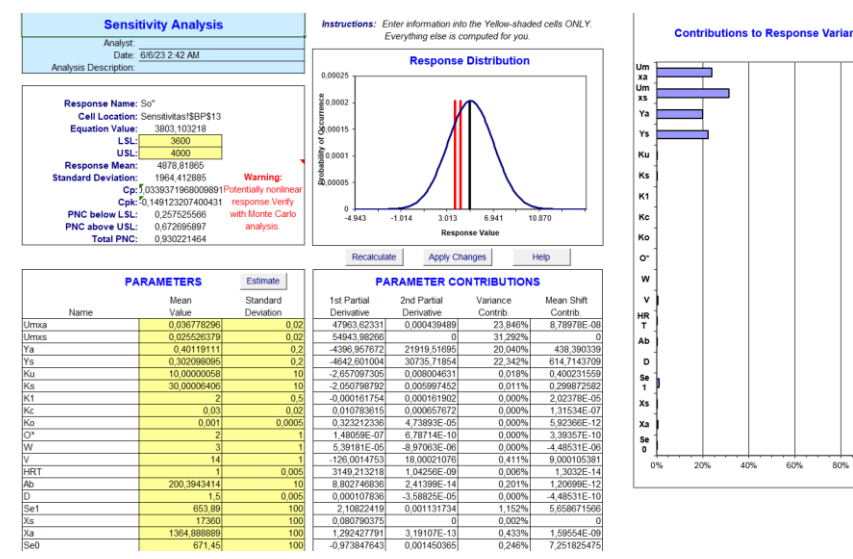
Penelitian difokuskan terhadap variasi HRT, yaitu 0,08; 0,17; dan 0,25 hari untuk pembentuk biohydrogen serta 12, 24 dan 36 hari untuk pembentukan biometana



GANTT CHART PELAKSANAAN (5)

4

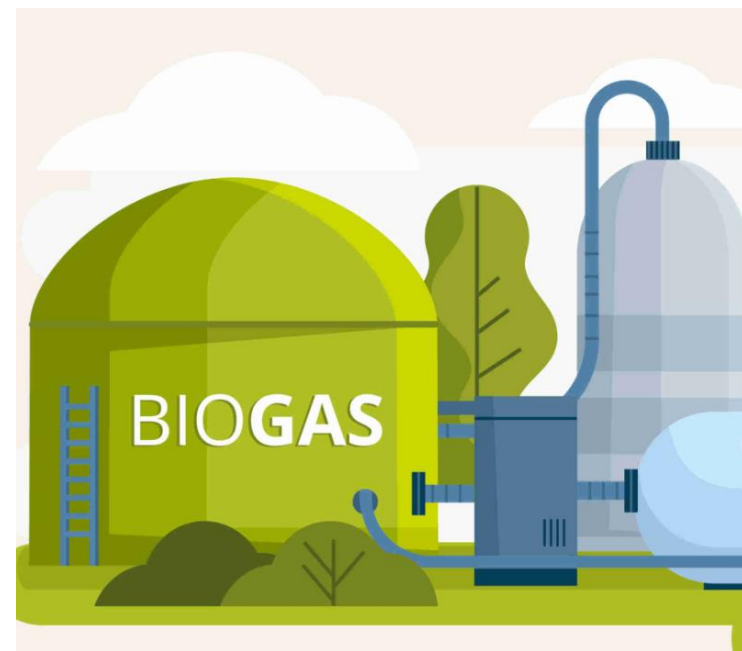
Analisis data



- Analisis pengaruh HRT terhadap parameter biokinetika terhadap laju produksi biohidrogen dan biometana.

- Pengembangan model biokinetika (untuk implementasi skala lapangan):

Kondisi *unsteady state* tanpa inhibitor, menggunakan persamaan Monod. Mempertimbangkan kesetimbangan substrat, laju pertumbuhan biomassa melekat dan tersuspensi, konsentrasi oksigen terlarut dan HRT.



RAB RISET/PROJECT

TOTAL ANGGARAN :

Rp. 350.000.000,-
(Tiga ratus lima puluh juta rupiah)

No	Uraian	Spesifikasi	Vol	Satuan	Jumlah
					(Vol x Sat)
Bahan					
1	COD	Reagent kimia habis pakai (unit)	1	31,631,667	31,631,667
2	BOD		1	7,317,000	7,317,000
3	Buffer pH		1	1,890,000	1,890,000
4	Minyak dan lemak		1	10,837,333	10,837,333
5	Nitrogen total		1	4,556,000	4,556,000
6	Nitrit dan nitrat		1	16,731,667	16,731,667
7	Amonia		1	7,209,333	7,209,333
8	TKKS mentah	Stalk dan spikelet (kg)	40	250,000	10,000,000
Pengujian dasar					
1	Pengujian SEM		8	600,000	4,800,000
2	Pengujian EDX		8	350,000	2,800,000
3	Pengujian FTIR		8	500,000	4,000,000
4	Microbial activity		8	4,500,000	36,000,000
Peralatan					
1	Gas carier GC-MS VFA	Gas helium, gas nitrogen, gas nitrogen	1	26,575,000	26,575,000
2	Kertas saring Ashless	Whatman 41 Filter paper Ashless diameter 47mm Cat. 1441.047	10	390,000	3,900,000
3	Kertas saring Millipore	Whatman Cellulose 0.45 mm	1	2,693,000	2,693,000
4	Glassware	Tabung kaca, vial, labu pemisah, kjedhal tube (unit)	1	13,280,000	13,280,000
5	Tedlar bag	Polypropylene	6	1,440,000	8,640,000
6	Reaktor anaerobic RBC	Reaktor akrilik, time delayer, kawat, baut, multi sensor, jasa perakitan	2	38,569,500	77,139,000
7	HD External	2TB Western Digital SSD	2	2,500,000	5,000,000
Honorarium					
1	Ketua peneliti	Orang	1	30,000,000	30,000,000
2	Anggota tim peneliti	Orang	3	10,000,000	30,000,000
3	Analisis lab	Orang	1	7,500,000	7,500,000
4	Perancang reaktor	Orang	1	7,500,000	7,500,000
TOTAL					350,000,000

DAMPAK RISET/PROJECT

Dampak Finansial

a. Produksi Biogas:

- Dapat dijual atau digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi
- Pendapatan dari penjualan gas atau mengurangi biaya bahan bakar.

b. Pengurangan biaya pengolahan limbah

- Pengurangan kuantitas TKKS secara signifikan
- Lahan pengolahan dapat direduksi secara signifikan karena waktu detensi pengolahan dapat dipersingkat.
- Biaya operasional pengolahan lebih murah karena energi yang digunakan relatif lebih kecil dibandingkan unit konvensional.

c. Pengembangan produk turunan

- Potensi produk pupuk organik TKKS yang tinggi kadar nutrisi dari hasil pengolahan LCKS.

d. Potensi pendanaan eksternal

- Inovasi teknologi ini dapat menarik minat investor atau lembaga pendanaan eksternal keberlanjutan proyek.

Dampak Non-Finansial

a. Lingkungan:

- Mengurangi limbah yang mencemari tanah dan air (untuk LCKS)
- Mereduksi emisi gas rumah kaca (untuk TKKS).

b. Inovasi teknologi

- Metode pengolahan ini akan menjadi model aplikatif untuk pengolahan LCKS di lokasi industri kelapa sawit lain.

c. Pengembangan kapasitas

- Peningkatan kapasitas peneliti dan industri kelapa sawit terkait bidang pengolahan LCKS dan alternatif energi terbarukan.

d. Pengaruh pada kebijakan

- Inovasi teknologi ini dapat memenuhi kebijakan pemerintah terkait pengelolaan limbah dan energi terbarukan.
- Penerapan lebih lanjut dapat didorong melalui pembaruan regulasi maupun insentif.



Bumitama Gunajaya Agro

**TERIMA
KASIH**

—